

Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico

Mariana de Colo

Sistemas adesivos - Revisão de literatura

CURITIBA
2012

Mariana de Colo

Sistemas adesivos - Revisão de literatura

Monografia apresentada ao
Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico,
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Especialista em Dentística.

Orientador: Prof. Rafael Torres Brum.

CURITIBA
2012

Mariana de Colo

Sistemas de adesivos – Revisão de literatura

Presidente da banca (Orientador): Prof. Rafael Brum

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronaldo Hirata

Prof. Dr. Oswaldo Scopin de Andrade

Prof. Antônio Sakamoto

Aprovada em: 14/03/2012

Sumário

Listas

Resumo

1. Introdução.....	09
2. Revisão de Literatura.....	11
3. Proposição.....	32
4. Artigo Científico	33
5. Referências.....	52
6. Anexo.....	58

Lista de Figuras

Figura 1 - Superfície de esmalte após condicionamento com ácido fosfórico.....	13
Figura 2 - Superfície de esmalte após condicionamento com ácido fosfórico.....	14
Figura 3 - Camada híbrida em esmalte, setas brancas indicam os <i>tags</i>	14
Figura 4 - Corte longitudinal de dentina, onde se visualiza os túbulos dentinários. Presença de dentina peritubular com fibras colágenas circundantes expostas.....	15
Figura 5 - Túbulo dentinário em sentido longitudinal preenchido pelo adesivo.....	15
Figura 6 - Adesivos convencionais de três passos.....	20
Figura 7- Camada híbrida em dentina de um adesivo de dois passos.....	22
Figura 8- Adesivos convencionais de dois passos.....	22
Figura 9- Camada híbrida de adesivo com primer autocondicionante em dois passos.....	27
Figura 10- Adesivos autocondicionantes de dois passos.....	27
Figura 11- Adesivos autocondicionantes de um passo em 2 frascos	29
Figura 12 – Adesivos autocondicionantes de um passo em 1 frasco.....	29

Lista de Tabelas

Tabela 1- Resumo para os adesivos convencionais.....	23
Tabela 2- Resumo para os adesivos autocondicionantes.....	30

Lista de Abreviaturas e Siglas

HEMA - Hidroxietil metacrilato.

UDMA - Uretano dimetacrilato.

TEGDMA - Eter diglicídico de bisfenol.

BAC - Cloreto benzalcônio.

Resumo

Há mais de 50 anos pesquisas estão sendo feitas para se desenvolver adesivos dentinários confiáveis tanto em esmalte como, principalmente, em dentina. E atualmente a busca é por uma odontologia adesiva funcional, durável e esteticamente imperceptível. Devido à diferença da estrutura física entre esmalte e dentina, há dificuldade em encontrar principalmente em dentina uma união estável. Várias classificações dos sistemas adesivos foram sendo criadas, mas simplificada é mais fácil dividi-los em duas famílias: Os adesivos convencionais, os quais empregam como primeiro passo o condicionamento do substrato com ácido fosfórico para posterior adesão. Nesta família encontram-se adesivos de três passos e dois passos. Já a família dos adesivos autocondicionantes, o condicionamento com ácido foi incorporado ao primer, e estão disponíveis em dois e um passo. A proposição desta revisão é elucidar de maneira simples e sucinta o profissional sobre a classificação, características, modo de ação e utilização dos adesivos disponíveis no mercado atual. Para ressaltar os melhores adesivos e as tendências do mercado várias pesquisas científicas serviram como fundamentos para a discussão, e levaram a concluir que a tendência é por adesivos de comprovada eficiência clínica que apresentem boa resistência de união ao substrato, os quais hoje são, os adesivos convencionais de três passos e os autocondicionantes de dois passos, e que pelo menos um adesivo convencional e um autocondicionante são indispensáveis para utilização diária em consultório.

Palavras - chave: Adesivos Dentinários, Revisão, Dentina.

Abstract

For over 50 years research is being done to develop reliable dental adhesives in enamel as well, especially in dentin. And now the search is for a dental adhesive functional, durable and aesthetically perceptible. Due to the difference between the physical structure of enamel and dentin, mainly to the difficulty in finding a stable in dentin. Several classifications of adhesive systems were created, but simplified is easier to divide them into two families: etch and rinse adhesives, which employ as a first step the etching of the substrate with phosphoric acid for a subsequent adhesion. In this family the adhesives are 3 steps and 2 steps. Now the family of self etch adhesives, acid etching was incorporated into the primer, and are available in 2 and 1 steps. The proposition of this review is to explain simply and briefly the professional on the classification, characteristics, action and use of adhesives on hand at the market today. To highlight the best adhesives and market trends several scientific researches served as basis for discussion, and led it to conclude that the trend is for a simplified application of adhesives and exhibit good bond strength to the substrate, which today are the etch and rinse 3 steps adhesives and self etch 2 steps adhesives, and at least one etch and rinse adhesive and self etch adhesive are essential for use in daily practice.

Keywords: Dentin-bonding Agents, Review, Dentin.

1. Introdução

A mais de 50 anos Buonocore (1955) introduziu a odontologia adesiva através da técnica de condicionamento ácido do esmalte. Desde então ocorreram inúmeras pesquisas para desenvolver sistemas adesivos dentinários confiáveis, e através destas que se ampliaram estudos sobre condicionamento ácido total, os quais possibilitam até hoje o aperfeiçoamento da odontologia adesiva. Atual demanda por adesivos com técnica simplificada e menos sensíveis a erros clínicos²¹, e que garantam maior longevidade¹, se deve a busca dos profissionais e solicitação dos pacientes por uma odontologia adesiva funcional, durável e esteticamente imperceptível.

O esmalte e a dentina são estruturas físicas diferentes, mas que interagem entre si, e a literatura tem demonstrado através da evolução dos sistemas adesivos a busca por uma adesão com características semelhantes a da superfície dental².

Mas o que desafia todo o processo de adesão é a união à dentina, que é um substrato mais complexo que o esmalte¹³. A adesividade ao esmalte tem se mostrado em inúmeras pesquisas, durável. Já à dentina é mais intrincada, depende da técnica de aplicação recomendada pelo fabricante e quantidade de passos necessários para aplicação, onde técnicas mais simples e com menos passos diminuem a probabilidade de erro⁵⁶, por outro lado se também aplicada erroneamente terá como consequência descolamento e ou degradação prematura da margem da restauração. A Busca é por um adesivo que gere uma desmineralização a ponto de criar uma interação micro-mecânica sem colabar as fibras colágenas e fazer com que o adesivo se difunda e penetre juntamente com os monômeros resinosos e envolva os cristais de hidroxiapatita formando assim monômeros polimerizáveis^{1,13}.

Hoje basicamente existe uma classificação em que divide os adesivos em duas famílias: os convencionais (*etch-and-rinse*) e os autocondicionantes (*self-etch*)^{1,19,25,26,59}. Os adesivos convencionais utilizam condicionamento ácido prévio e são encontrados em dois ou três passos. Os autocondicionantes apresentam o ácido associado ao primer e podem apresentar dois ou um passo²⁵.

2. Revisão de Literatura

2.1 Definição e classificação dos Adesivos

Os adesivos são combinações de monômeros resinosos de diferentes pesos moleculares e juntamente a estes, para melhorar sua fluidez nos tecidos dentinários, são adicionados solventes orgânicos como acetona, etanol e água. Basicamente os adesivos são constituídos de monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos. A parte hidrofílica confere compatibilidade do adesivo com a umidade presente no substrato conferindo ao material maior sorção de água, fazendo com que o mesmo penetre pelas porosidades criadas. A parte hidrofóbica confere maior resistência mecânica e estabilidade ao produto, onde esta é a parte de maior peso molecular e maior viscosidade^{9, 58}.

Desde 1967 até os dias atuais vários estudos descrevem sobre a capacidade que certos materiais têm para substituir o esmalte e dentina²⁷, os quais necessitam de etapas básicas para gerar uma adesão, sabe-se que esmalte e dentina mesmo intimamente ligados têm características físicas diferentes² o esmalte é uma estrutura rígida, com pouca quantidade de água e a dentina é constituída de 50% substâncias inorgânicas, 30% orgânicas e 20% água (Figura 1).

Nestas estruturas são realizados pré-tratamentos para gerar uma união micro-mecânica na superfície. Este tratamento é realizado através do condicionamento com ácido fosfórico em concentrações que variam de 30 a 37%, onde promove, em esmalte uma dissolução dos prismas de esmalte e posterior formação de microporosidades por onde a resina se infiltra e se embrica formando uma das melhores uniões realizadas até hoje (Figura 2). Conceição¹³ explica que o mecanismo de união do adesivo ao esmalte é formado pelo aumento da energia da superfície do esmalte após o condicionamento onde

se formam as microporosidades que serão posteriormente preenchidas pelo adesivo formando os chamado “tags”¹³(Figura 3). Em dentina após o condicionamento ácido há uma interação molecular entre fibras colágenas e o material presente entre os espaços interfibrilares (Figura 4 e 5).^{9,13} Este resultado gera uma interligação micromecânica que se baseiam principalmente nos mecanismos de difusão^{4,20,22,31,58,59}.

Além da ligação micromecânica pode ocorrer também uma interligação química que entre monômeros funcionais e componentes do substrato, mas que geram impactos menos relevantes perante a união dente/resina, pois é considerada uma ligação química fraca, mas que recentemente recuperou atenção devido à possibilidade de adicionar componentes químicos primários nos sistemas adesivos para melhorar a durabilidade de ligações^{59,60}.

Esmalte e dentina têm características morfológicas diferentes. O esmalte apresenta maior conteúdo inorgânico e maior rigidez e é devido à este conteúdo, que através do condicionamento ácido, a energia da superfície do esmalte é aumentada atraindo mais facilmente o adesivo³⁸. O esmalte gera uma eficaz vedação nas margens da restauração a longo prazo, e também protege o elo mais vulnerável, a dentina, contra a degradação⁵⁹. Já em dentina onde a quantidade de matéria orgânica é maior e inorgânica menor conferindo-lhe características mais complexas, principalmente relacionado a umidade, e por ser naturalmente úmida, logicamente ela requer uma técnica de adesão úmida^{9, 13}.

Devido há união à dentina ser mais intrincada o mercado tende a criar adesivos cada vez mais hidrofílicos, o qual, favorece o mecanismo de adesão, mas que por contrapartida compromete a durabilidade da restauração. Há uma tendência natural do mercado em classificar os adesivos em “gerações”, mas este está caindo em desuso, pois imaginem a que ponto chegaria se todo novo adesivo que fosse lançado no mercado e fosse classificado como uma nova geração. Mais fácil e simples para entendimento geral dos

profissionais classificarmos os adesivos de acordo com a estratégia adesiva empregada, onde serão englobados adesivos já existentes e adesivos futuros. Estes são classificados da seguinte maneira: adesivos condicionais e autocondicionantes⁹.



Figura 1- Superfície intacta de esmalte dental (Fonte: Hirata, R. Tips: Dicas em Odontologia estética. Sistemas adesivos.São Paulo: Arte Médicas, 2011)²².



Figura 2- Superfície de esmalte após condicionamento com ácido fosfórico. (Fonte: Hirata, R. Tips: Dicas em Odontologia estética. Sistemas adesivos.São Paulo: Arte Médicas, 2011)²².



Figura 3- Camada híbrida em esmalte, setas brancas indicam os *tags* (Fonte: Hirata, R. Tips: Dicas em Odontologia estética. Sistemas adesivos. São Paulo: Arte Médicas, 2011)²².



Figura 4- Corte longitudinal de dentina, onde se visualiza os túbulos dentinários. Presença de dentina peritubular com fibras colágenas circundantes expostas (Fonte: Hirata, R. Tips: Dicas em Odontologia estética. Sistemas adesivos. São Paulo: Arte Médicas, 2011.)²².



Figura 5- Túbulo dentinário em sentido longitudinal preenchido pelo adesivo (Fonte: Hirata, R. *Tips: Dicas em Odontologia estética. Sistemas adesivos.* São Paulo: Arte Médicas, 2011.)²².

2.1.1 Convencionais

São todos os sistemas que empregam como primeiro passo o condicionamento com ácido fosfórico em concentrações entre 30 a 37% na superfície de esmalte e/ou dentina^{2,13,19,28}.

Na fase de condicionamento ácido, Souza⁵¹ e outros em suas pesquisas afirmam que o ácido fosfórico a 35% não deve exceder o tempo de condicionamento de 15 a 30 segundos em esmalte e dentina, porque o condicionamento prolongado pode levar a uma modificação estrutural das redes de colágeno^{2,22,37}. Este condicionamento com ácido fosfórico deve ser seguido da abundante lavagem com água, em média recomendada por 20 segundos para remoção dos subprodutos. Em esmalte este tratamento é extremamente eficiente pois ocorre a dissolução dos primas criando microporosidades que serão infiltrados pelo adesivo¹³. Posterior a esta dissolução coma infiltração do adesivo ocorrerão

a formação de dois tipos básicos de “tags” de resina que são formados nas concavidades condicionadas em esmalte, os “macro-tags” que preenchem os espaços circundantes aos primas de esmalte; e os “micro-tags” resultado da polimerização de resinas dentro de pequenas concavidades presentes no núcleo dos prismas de esmalte, o qual contribui expressivamente na retenção micro mecânica em esmalte²⁸ Reis et al. ⁴⁴ mais recentemente relataram que valores superiores de resistência de união foram observados em esmalte e que esta união esmalte/adesivo é um procedimento clinicamente mais estável⁴⁴.

Já em dentina o mecanismo de retenção dependem diretamente da umidade a qual dificulta a penetração e exposição de uma rede de fibras colágenas por onde através de difusão a resina irá se infiltrar. Para os monômeros poderem escoar, foi incorporado à composição dos adesivos diluentes resinosos hidrofílicos e solventes para permitir uma maior compatibilidade com este substrato²⁶ para ocorrer então, a formação de uma “camada híbrida”^{9,58} Nakabayashi et al. foram os primeiros a demonstrar a formação desta nova estrutura que é composta de resina como matriz e reforçada por fibras colágenas³¹.

Não só o excesso de umidade em dentina, como também a excessiva secagem da dentina é um procedimento que merece cuidado, pois pode gerar varias injúrias pulpares. Uma maneira de re-umedecer a superfície pode ser feito com clorexidina a 2%, a qual contem 98% de água, e pode ser responsável pela re-expansão das fibras colágenas, esta aplicação de clorexidina antes ou após o condicionamento ácido parece não comprometer a adesão e gerar um resultado favorável⁹.

Os adesivos convencionas foram sendo estudados e vários pesquisadores fizeram descobertas importantíssimas como, Fusuyama que introduziu o condicionamento ácido total da cavidade¹⁰, Pashley et al. também desenvolveu estudos sobre as respostas pulpares perante o condicionamento total onde a maioria da sociedade odontológica resistiu, pois relatavam que este poderia gerar alterações pulpares, então ele provou que dentina era

condicionada em média à uma profundidade de 0,5mm, e a esta profundidade não gerava alterações pulpares, e que estas alterações eram referentes a aplicação do adesivo sobre dentina seca que gerava descolamento precoce do sistema restaurador durante a polimerização devido ao colapso das fibras colágenas, por onde se infiltravam bactérias que causavam alterações significativas como: sensibilidade dentinária, microinfiltração, cáries secundárias, perda da adaptação da restauração^{32,33}. Conseqüentemente Kanca descobriu e introduziu a técnica de colagem úmida, a qual, aumentou a força de união entre dentina-resina a ponto de se equiparar a união entre esmalte-resina²³.

Alguns cuidados devem ser tomados durante a utilização dos adesivos convencionas, pois devido há um maior percentual de matriz orgânica e água presente no substrato dentinário, um adequado controle da umidade pós-condicionamento ácido, durante a etapa de hibridização e pós restauração, são fundamentais para obter-se bons resultados de adesão⁴⁴. Isso se deve porque a quantidade de água presente nestas fases varia de 20 a 70% do volume do substrato, fazendo com que em curto prazo, haja a chamada nanoinfiltração devido à presença de solvente residual, e movimento do fluido para fora dos túbulos dentinários^{6,34}. Esse acúmulo a longo prazo, tanto *in vitro*¹ e *in vivo*⁸, na camada híbrida geram degradação dentro de 6 meses a 5 anos¹⁴. Isso acontece principalmente nos sistemas adesivos convencionais, devido a grande quantidade de passos e cuidados necessários durante sua aplicação, como por exemplo, a forma como o material foi aplicado na cavidade, aplicação de um jato de ar muito leve antes da polimerização, aplicação sem agitação vigorosa do produto. A todos estes detalhes são recomendados muita atenção, pois através de estudos laboratoriais realizados até então sugerem que se feito estes passos de maneira coerente induz a uma melhoria nos valores de resistência de união imediata e a longo prazo do adesivo, se não realizados podem gerar má evaporação do solvente, formação de membranas semipermeáveis gerando incorreta saturação da

malha de fibrilas colágenas, e conseqüentemente deficiente grau de polimerização e redução das propriedades mecânicas do adesivo, por isso a acentuada dificuldade da técnica^{44,25}.

Vale ressaltar que independente da quantidade de passos de aplicação de um adesivo convencional, os a base de acetona como solvente tem efeitos menos satisfatórios devido sua alta sensibilidade de técnica comprometendo a união adesiva a longo prazo, comparado aos a base de água ou etanol,⁵⁹ pois o etanol/ água relacionado com a dentina úmida reduz a nanoinfiltração, o que reduz a degradação da camada híbrida alongo prazo, de acordo com estudos recentes^{46,49}.

HEMA (2-hidroximetil metacrilato) é um dos monômeros mais populares de uso generalizado na composição dos adesivos, e é utilizado tanto para adesivos convencionais de três passos como para de dois passos, e esta preferência esta relacionada com sua hidrofilicidade que faz com que este seja um ótimo promotor de adesão e melhore a resistência de união, mas deve-se ficar atento quando ao retardo na polimerização de adesivos com base em HEMA pois pode gerar uma diluição dos monômeros na medida em que é retardada a polimerização deste pois ele absorve água e reduz a força de ligação inicial do adesivo, resultando em degradação da resina,^{51,58} por isso recentemente nota-se uma tendência para diminuir a quantidade de monômeros hidrofílicos a base de HEMA e substituí-lo por UDMA ou TEGDMA⁴³.

A classificação mais simplificada para adesivos hoje é com base na quantidade de passos operatórios, e os sistemas convencionais são divididos em 2 categorias:

2.1.1.1 Convencionais de três passos

São mais duráveis do que os convencionais de dois passos pois mantêm os passos de condicionamento ácido, aplicação do primer (agente promotor de união) e aplicação do adesivo (bond) todos separados¹⁵. São considerados até hoje “padrão ouro” perante pesquisas laboratoriais, e muitas vezes são empregados como grupo controle para comparar novos adesivos a ele, pois este grupo apresenta pesquisas a longo prazo, as quais demonstram em 10 anos uma falha significativamente menor perante os demais adesivos presentes no mercado⁵⁹.

Resumidamente pode-se iniciar sua sequência para uso com o condicionamento com ácido fosfórico em média 15 segundos em dentina e 30 segundos em esmalte, seguido de lavagem por em média 20 segundos para total remoção dos resíduos, e um leve jato de ar por mais ou menos 10 segundos deixando a dentina levemente umedecida, pode optar também pela remoção do excesso de água com uma bolinha de algodão, esta característica pode ser constatada através da visualização da cavidade a qual deve apresentar com brilho^{13,19,22,28}. Aplicação do primer que é uma solução de monômeros resinosos diluídos em solventes orgânicos que podem conter ou não água na sua composição onde este responde pela função hidrofílica do material e é responsável por permitir a formação da camada híbrida com as fibras de colágeno; após aplica-se o adesivo que é composto por componentes mais hidrófobos e monômeros mais viscosos do que os do primer, mas mesmo assim considerados de baixa viscosidade e garantem a penetração do adesivo pela superfície preparada pelo primer⁹ (Tabela 1).

Uma das vantagens desta categoria é que podem ser usados para propósitos múltiplos, como por exemplo, condicionar esmalte e dentina separadamente por tempos diferentes, o que não é possível com adesivos autocondicionantes¹⁴. Hoje por exemplo

existem ácidos fosfóricos de 32 a 37% que devido sua composição (presença de cloreto benzalcônio- BAC) podem exercer uma função antibacteriana em dentina afetada por cárie²⁹.

A figura 6 exemplifica alguns dos adesivos convencionais de três passos disponíveis no mercado atualmente.



Figura 6- Adesivos Convencionais três passos: A- Optibond FL (Kerr, Orange, California, EUA), B- All bond (Bisco, Richmond, British, Canadá), C- Scotchbond MP(3M ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA).

2.1.1.2 Convencionais de dois passos

Eles surgiram para atender a demanda por sistemas mais simplificados, e de fato a venda numerosa desta categoria de sistemas mais simplificados revela que os dentistas são interessados⁴⁹, principalmente pelo fácil manuseio e menor tempo gasto durante o procedimento⁶². Neste sistema de 2 passos ainda se mantém o condicionamento ácido de forma isolada, seguido então da aplicação de uma única solução denominada primer/adesivo. Nessa versão os componentes primer hidrofílico e monômeros resinosos hidrofóbicos foram misturados em uma única solução compatível com o substrato dentinário empregando a técnica úmida. Eles são aparentemente mais simples, mas suas formulações são quimicamente mais complexas principalmente devido a incorporação de maiores quantidades de solventes e diluentes para porção mais hidrofóbica do adesivo⁹. Em virtude destas modificações estes adesivos mais simplificados tornaram-se membranas

semipermeáveis⁵³, deixando a camada adesiva menos estável a longo prazo^{15,17,45}, devido ao aumento da absorção de água a partir da dentina e da cavidade oral¹¹. Alguns adesivos contêm até 50% de solventes na sua composição⁷ o que gera uma menor conversão de polímeros comprometendo a resistência de união^{51,63}.

Cardoso et al.⁶ relata em seu estudo que quanto mais prolongado o tempo de aplicação desses adesivos simplificados, maior será a resistência de união, isso em valores imediatos. Isto poderia ser atribuído a maior penetração do monômero em dentina descalcificada e maior evaporação do solvente devido ao tempo prolongado de aplicação antes da polimerização (Figura 7)⁴³. Reis (2008)⁴³ relata em seu estudo, onde o adesivo Single Bond passou por um período de aplicação de 300 segundos e o adesivo One Step por 150 segundos, e ambos alcançaram resistência de união maior imediata e após 3 anos de armazenamento em água, concluindo que o aumento do tempo de aplicação pode ser uma alternativa clínica para melhorar a longevidade da união a dentina.

Na pesquisa citada acima ressaltou-se que mais estudos clínicos devem ser realizados de forma a confirmar estes aspectos verificados geralmente *in vitro*⁴³.



Figura 7- Camada híbrida em dentina de um adesivo de dois passos (Fonte: Hirata, R. Tips: Dicas em Odontologia estética. Sistemas adesivos. São Paulo: Arte Médicas, 2011)²¹.

A figura 8 abaixo mostra alguns adesivos presentes no mercado:



Figura 8- Adesivos convencionais de dois passos: A- Adper Single Bond(3M ESPE), B- Tetric N-bond (Ivoclar Vivadent, Schann, Principado de Liechtenstein),C- Prime e Bond 2.1(Dentsply, Nova York, EUA)

Tabela 1 – Resumo para os adesivos convencionais.

CONVENCIONAIS			
Nº DE PASSOS	SEQUÊNCIA DE ADESÃO		
Três	Condicionamento ácido Esmalte: 30 segundos Dentina: 15 segundos (lavagem abundante, remoção do excesso com leve jato de ar 10 seg./bolinha de algodão)	Primer	Bond
Dois	Condicionamento ácido Esmalte: 30 segundos Dentina: 15 segundos (lavagem abundante, remoção do excesso com leve jato de ar 10 seg./bolinha de algodão)	Primer/ Bond (único frasco) (tempo de aplicação prolongado)	

2.1.2 Autocondicionantes

Estes adesivos apresentam técnica mais simplificada, onde o passo de condicionamento ácido foi agregado à aplicação dos monômeros adesivos (primer) formando um primer ácido^{9,56}. Através da agregação da fase de condicionamento ácido

com o primer, a etapa de lavagem com água e secagem do substrato é eliminada⁴², a qual era o ponto mais sensível na técnica dos adesivos convencionais. Devido a essa eliminação a sensibilidade da técnica é bem baixa, a qual é comprovada através do desempenho clínico destes adesivos que não variam substancialmente de um estudo para outro⁵⁹.

Sua diferença de composição está relacionada à adição de anéis fosfatados nos monômeros resinosos, o qual deixa o primer acidificado a ponto de ser capaz de desmineralizar esmalte e dentina. Esta acidez é proveniente da ionização de radicais presentes na molécula do próprio monômero, tendo a água grande participação na medida em que é necessária para ionização dos monômeros acídicos desencadeando a desmineralização dos tecidos dentários³⁶. Yoshida e Munck^{15,64} relatam que os cristais residuais de hidroxiapatita na interface adesiva podem interagir quimicamente com os monômeros funcionais presentes no sistema adesivo, proporcionando melhor resistência à degradação hidrolítica ao longo do tempo.

Os adesivos autocondicionantes podem ser divididos de acordo com a acidez do material em: Forte ($\text{ph} < 1$), intermediário forte ($\text{ph} = 1,5$), leve ($\text{ph} = 2$), ultra leve ($\text{ph} \geq 2,5$), onde o adesivo dissolve e modifica a camada de “*smear layer*” mais não remove a mesma e a integra na interface da zona de transição da camada híbrida. Quanto menos intenso o ph do adesivo autocondicionante, mais a *smear layer* pode interferir no desempenho da união adesiva, em geral o que melhor apresenta desempenho nesta modificação do *smear layer* e o primer ácido leve que gira com um ph em torno de 2 é o que melhor gera uma camada híbrida substancial através de uma boa interação de cristas de hidroxiapatita e a malha de fibras colágenas^{16,37,59,60,64}. Mas pesquisas atuais ressaltam que o real desempenho atingido pelos adesivos autocondicionantes varia muito dependendo não só da classe do adesivo autocondicionante, mas certamente também da sua composição e mais especificamente sobre o monômero funcional incluídos na formulação adesiva e seu ph ⁶¹.

Todos os adesivos autocondicionantes contem água em sua formula, além de solventes orgânicos e diluentes (monômeros de baixo peso molecular) que tornam a solução fluida o suficiente para penetrar nos tecidos dentais⁹.

Os adesivos autocondicionantes apresentam um beneficio clinico muito favorável que é o baixo nível de sensibilidade pós-operatória³⁵. Isso acontece devido a diferença de desmineralização entre as categorias de adesivos, pois o ácido fosfórico presente nos adesivos convencionais gera uma desmineralização mais profunda, e os monômeros ácidos presente nos adesivos autocondicionantes geram uma desmineralização não tão profunda, e que faz com que o adesivo se infiltre na mesma profundidade em que o substrato foi desmineralizado devido a obstrução pela modificação da *smear-layer*^{10,61} isso ocorre porque com o aumento da profundidade da desmineralização, os monômeros ácidos são gradualmente tamponados pelo conteúdo mineral do substrato, perdendo sua capacidade para continuar condicionando a dentina^{12,48}.

Alguns estudos tem demonstrado que os valores de resistência de união são inferiores^{1,15,54} principalmente em esmalte⁵⁸, enquanto outros apresentam resultados semelhantes aos sistemas convencionais^{4,30,52}.

2.1.2.1 *Autocondicionantes de dois passos*

É composto por um primer de caráter ácido fluido que é a primeira solução a ser aplicada e responsável pela formação da camada hibrida. O segundo passo é a aplicação do adesivo que é uma resina de baixa viscosidade e hidrofóbica que não contem solventes ou água e, em alguns sistemas essa resina contem carga. Devido a estas características é que esta categoria de adesivos se nomina contendo um “primer autocondicionante” (Figura 9).

Esta resina (do adesivo) se copolimeriza com o primer ácido e faz a ligação com o material restaurador⁹.

Peumans et al.⁴¹ compara em sua pesquisa que adesivos autocondicionantes de dois passos tendem atingir o desempenho clínico dos adesivos convencionais de três passos em termos de baixas taxas de insucesso anual. O mesmo autor ainda, em pesquisas posteriores relata o desempenho destes adesivos autocondicionantes de dois passos após 8 anos e descreve como excelente a eficácia clínica, ressaltando que estes adesivos apresentam um pH leve, pois se verificado os mesmos adesivos com pH forte o fracasso anual aumenta significativamente, porque dissolve mais profundamente as fibras colágenas^{39,40}.

Esta categoria de adesivos, os autocondicionantes de dois passos é considerada “padrão ouro” quando comparado a outros da mesma família⁵⁹.

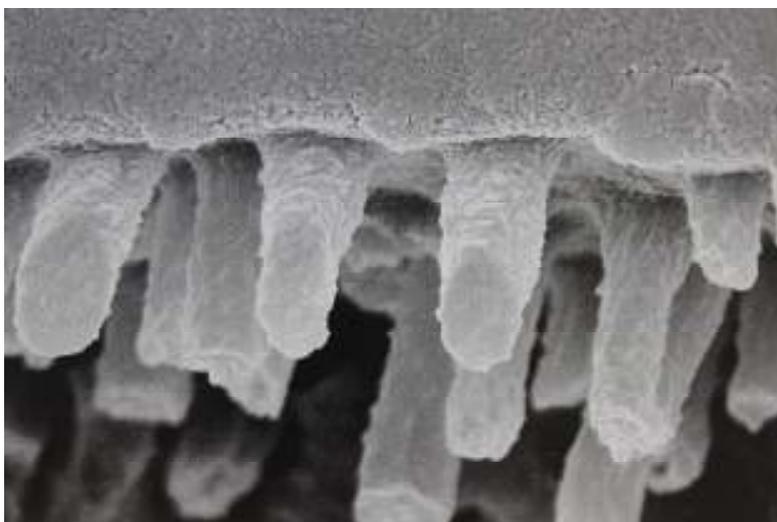


Figura 9- Camada híbrida de adesivo com primer autocondicionante em dois passos (Fonte: Hirata, R. *Tips: Dicas em Odontologia estética. Sistemas adesivos.* São Paulo: Arte Médicas, 2011.)²².

Abaixo, na figura 10, estão algumas marcas comerciais de adesivos desta categoria.



Figura 10- Adesivos autocondicionantes de dois passos: A- Clearfil Se Bond (Kuraray, Tóquio, Japão), B- Adhese (Ivoclar).

2.1.2.2 Autocondicionantes de um passo

Por serem atrativos em sua forma de aplicação esta categoria de adesivos evolui a cada dia. Fundamentalmente eles uniram o primer ácido com a resina adesiva, numa única solução estão contidos monômeros ácidos, solventes, diluentes e água. Devido a esta presença de água na formulação afim de deflagrar o processo de acidificação os monômeros hidrofóbicos deixaram de ser parte significativa nesses materiais. Este é aplicado diretamente sobre o substrato dental não condicionado e exerce a função de desmineralização, infiltração e posterior ligação com o material restaurador^{41,56}.

Existem duas formas básicas de condicionamento dos componentes: Em 2 frascos separados, pois alguns elementos são sensíveis a acidez e podem se alterar antes do uso, por isso eles devem ser misturados imediatamente antes da aplicação. Estes adesivos de um passo em 2 frascos são os mais encontrados na literatura científica pois estão disponíveis a mais tempo no mercado⁹. Em 1 frasco ou mais conhecidos como *all-in-one*, onde todos os componentes vem disponíveis em um frasco, o qual se verifica apenas em literatura mais recente.

Esta é uma geração mais simples de usar, mas que geralmente está apresentando uma reduzida resistência de união "imediate", em comparação com adesivos multi - passos, e também menor eficácia de ligação a longo prazo^{47, 57}.

Carvalho⁹ expõe que futuramente através das considerações presentes na literatura científica, até o devido momento, estes adesivos autocondicionantes de passo único (aplicação única) provavelmente não terão vida longa no mercado.



Figura 11- Adesivos autocondicionantes de um passo em 2 frascos: A- Xeno III (Dentsply), B- One up bond F plus (J Morita, Irvine, Califórnia, EUA), C- Futurabond (Voco, Cuxhaven, Alemanha).



Figura 12- Adesivos autocondicionantes de um passo em 1 frasco: A- Adper Easy One (3M ESPE), B- Clearfill S3 bond (Kuraray), C- Optibond (KERR), D- I Bond (Heraeus Kulzer, Frankfurt, Alemanha).

Tabela 2 - Resumo dos adesivos autocondicionantes.

AUTOCONDICIONANTES	
Nº DE PASSOS	SEQUÊNCIA DE ADESÃO
Dois (2 frascos)	Condicionamento primer ácido Bond
Um (2 frascos)	Condicionamento com primer ácido + Bond (misturar conteúdo dos 2 frascos antes da aplicação)
Um (1 frasco)	Condicionamento ácido/primer/ Bond (all-in-one)

2.2 *Tendências clínicas e científicas*

Qual adesivo escolher na rotina da clinica? Selecionar através da avaliação da inter-relação entre custo, finalidade, credibilidade, preferência pessoal (sensibilidade do operador a técnica). Tudo isso deve ser fundamentado em evidencias científicas. Mas a tendência pela escolha por técnicas mais simples é alta, todavia as pesquisas laboratoriais e clinicas ainda indicam os adesivos convencionais de três passos como os com desempenho mais favoráveis a longo prazo. Resumidamente pode-se dizer que no quesito resistência de união os adesivos convencionais de três e dois passos tem melhor desempenho seguido do autocondicionante de dois passos. Em relação a infiltração marginal tiveram melhor atuação os adesivos convencionais de três passos acompanhado pelos autocondicionantes de dois passos. E referente a aspectos clínicos novamente se sobressaem os adesivos convencionais de três passos seguido pelo autocondicionante de dois passos^{9,41}. Por isso é que pelo menos um adesivo convencional e um adesivo autocondicionante são indispensáveis para uso diário no consultório.

Perante a aplicabilidade clinica os sistemas convencionais basicamente requerem condicionamento do esmalte com acido fosfórico por 30 segundos e de dentina de 15-20 segundos, seguido de lavagem abundante, a seguir nos convencionais de dois passos aplica-se o primer/adesivo já nos de três passos a aplicação do primer e após leve remoção do excesso de água da lavagem do ácido para manter uma quantidade mínima de água para que haja a expansão das fibras colágenas e não seu colapso e sem deixar em excesso o que pode gerar problemas na polimerização. Ressaltando que o excesso de umidade ainda é mais prejudicial para a adesão do que a falta de umidade. Os adesivos que contém uma quantidade mais significativa água em sua composição devem ser aplicados de forma ativa para facilitar a evaporação da água. Já os adesivos que contêm uma quantidade mínima de

água e uma quantidade mais significativa de solventes como álcool e acetona não devem ser aplicados de forma ativa, pois se feito isso o adesivo evapora precocemente. Estes adesivos devem ser secos por no mínimo 30 segundos com leve jato de ar não diretamente sobre a superfície, há uma distância de 10 a 20 cm, para que os agentes voláteis e a água evapore e permita correta polimerização do adesivo³.

A tendência dos novos sistemas adesivos são por técnicas mais simplificadas e rápidas na clínica diária, mas para que isso seja possível modificações complexas na produção dos adesivos se fazem necessárias. Para que ocorra uma melhora em relação a durabilidade, pois a desvantagem dos adesivos convencionais disponíveis é que não permitem uma técnica de aplicação menos sensível com relação ao controle da umidade dentinária após o passo de condicionamento ácido; e os autocondicionantes de um passo e os convencionais de dois passos é que apresentam características hidrofílicas, o que os leva a uma potencial degradação ao longo do tempo. Estes são os pontos mais importantes em pesquisas futuras⁹.

Outra tendência é a padronização de protocolos disponíveis para avaliação de adesivos, pois não consegue-se fazer uma comparação direta de valores entre institutos de pesquisa diferentes^{21,50}. Nem todos os protocolos de testes são validados, análises críticas de métodos de ensaio *in vitro* muitas vezes tem pouca correlação com os dados clínicos. Conclui-se que faltam estudos de relatos clínicos desde a fase inicial da adesão à longo prazo⁵⁰.

3. Proposição

O principal objetivo desta revisão é elucidar de maneira simples e sucinta o profissional sobre a classificação, características, modo de ação e utilização dos adesivos disponíveis no mercado atual.

4. Artigo Científico

Artigo relacionado para a especialidade de Dentística preparado segundo as normas da Revista Dental Press de Estética.

Sistemas adesivos– Revisão de literatura.

Adhesives systems - Literature review.

Mariana de Colo¹

Rafael Torres Brum²

1 Aluna do curso de especialização em Dentística pelo Instituto Latino Americano de Pesquisas e Estudos Odontológicos – ILAPEO.

2 Mestre em Dentística pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR

Professor do curso de Especialização em Dentística da ILAPEO.

Resumo

Há mais de 50 anos pesquisas estão sendo feitas para se desenvolver adesivos dentinários confiáveis tanto em esmalte como, principalmente, em dentina. E atualmente a busca é por uma odontologia adesiva funcional, durável e esteticamente imperceptível. Devido à diferença da estrutura física entre esmalte e dentina, à dificuldade em encontrar principalmente em dentina uma união estável. Várias classificações dos sistemas adesivos foram sendo criadas, mas simplificada é mais fácil dividi-los em duas famílias: Os adesivos convencionais, os quais empregam como primeiro passo o condicionamento do substrato com ácido fosfórico para posterior adesão. Nesta família encontram-se adesivos de três passos e dois passos. Já a família dos adesivos autocondicionantes, o condicionamento com ácido foi incorporado ao primer, e estão disponíveis em dois e um passos. A proposição desta revisão é elucidar de maneira simples e sucinta o profissional sobre a classificação, características e modo de utilização dos adesivos disponíveis no mercado atual. Para ressaltar os melhores adesivos e as tendências do mercado várias pesquisas científicas serviram como fundamentos para a discussão, e levaram a concluir que a tendência é por adesivos de aplicação simplificada e que apresentem boa resistência de união ao substrato, os quais hoje são, os adesivos convencionais de três passos e os autocondicionantes de dois passos, e que pelo menos um adesivo convencional e um autocondicionante são indispensáveis para utilização diária em consultório.

Descritores: Adesivos Dentinários, Revisão, Dentina.

Introdução

A mais de 50 anos Buonocore¹ introduziu a odontologia adesiva através da técnica de condicionamento ácido do esmalte. Desde então ocorreram inúmeras pesquisas para desenvolver sistemas adesivos dentinários confiáveis, e através destas que se ampliaram estudos sobre condicionamento ácido total, os quais possibilitam até hoje o aperfeiçoamento da odontologia adesiva. A atual demanda é por adesivos com técnica simplificada e menos sensíveis a erros clínicos², e que garantam maior longevidade³, a qual se deve a busca dos profissionais e solicitação dos pacientes por uma odontologia adesiva funcional, durável e esteticamente imperceptível.

O esmalte e a dentina são estruturas físicas diferentes, mas que interagem entre si, e a literatura tem demonstrado através da evolução dos sistemas adesivos a busca por uma adesão com características semelhantes a da superfície dental⁴. Mas o que desafia todo o processo de adesão é a união à dentina, que é um substrato mais complexo que o esmalte⁵. A adesividade ao esmalte tem se mostrado em inúmeras pesquisas durável, já à dentina é mais intrincada, depende da técnica de aplicação recomendada pelo fabricante e quantidade de passos necessários para aplicação, onde técnicas mais simples e com menos passos diminuem a probabilidade de erro⁶, por outro lado se também aplicada erroneamente terá como consequência descolamento e ou degradação prematura da margem da restauração.

Hoje basicamente existe uma classificação em que divide os adesivos em duas famílias: os convencionais (etch-and-rinse) e os autocondicionantes (self-etch)^{3,7-10}. Os adesivos convencionais utilizam condicionamento ácido prévio e são encontrados em dois ou três passos. Os autocondicionantes apresentam o ácido associado ao primer e podem apresentar dois ou um passos⁷.

O principal objetivo desta revisão é elucidar de maneira simples e sucinta o profissional sobre a classificação, características, modo de ação e utilização dos adesivos disponíveis no mercado atual.

REVISÃO DE LITERATURA

Definição e classificação dos sistemas adesivos

São monômeros resinosos hidrofílicos e hidrofóbicos de diferentes pesos moleculares, os quais conferem maior sorção de água do adesivo para poder penetrar no substrato e maior resistência mecânica e estabilidade do adesivo, e tem adicionados a sua composição solventes orgânicos como acetona, álcool e água, para conferir maior fluidez ao material^{11,12}.

Para que haja o penetração do adesivo é realizado um pré tratamento da superfície com condicionamento com ácido fosfórico em concentrações que variam de 30 a 37%, onde promove, em esmalte uma dissolução dos prismas de esmalte e posterior formação de microporosidades⁵, já em dentina há desmineralização e uma interação entre as fibras colágenas expostas e a lama dentinária¹¹, como resultado é gerado uma ligação micromecânica que se baseia pelos mecanismos de difusão^{10, 12-16}. Há também uma ligação química que é fraca, mas que atualmente tem chamado atenção pois pode melhorar a durabilidade das ligações^{10,17}.

Esmalte e dentina têm características morfológicas diferentes. O esmalte apresenta maior conteúdo inorgânico e maior rigidez e devido a isto a energia da superfície do esmalte é aumentada após o condicionamento atraindo mais facilmente o adesivo¹⁸, gerando uma eficaz vedação nas margens da restauração a longo prazo¹⁰. Já a dentina tem características mais complexas, principalmente relacionado a umidade, e por ser naturalmente úmida, logicamente ela requer uma técnica de adesão úmida^{5, 11}.

Há uma tendência no mercado por diferentes tipos de classificação, mas o modo mais simplificado é dividi-lo em: convencionais e autocondicionantes.¹¹

Convencionais

Empregam como primeiro passo o condicionamento com ácido fosfórico em concentrações entre 30 a 37% na superfície de esmalte e/ou dentina^{4,5,9,19}, não devendo exceder o tempo de condicionamento de 15 a 30 segundos em esmalte e dentina, porque o condicionamento prolongado pode levar a uma modificação estrutural das redes de colágeno^{4,15,20}, posteriormente este deve ser seguido da abundante lavagem com água, em média recomendada por 20 segundos para remoção dos subprodutos⁵.

Em esmalte está dissolução com posterior infiltração do adesivo pode gerar a formação de dois tipos básicos de *tags*, os micro e macro *tags* os quais contribuem ao esmalte a excelente retenção micro mecânica¹⁹ e estável união esmalte/adesivo²¹. Em dentina a técnica depende diretamente de sua umidade, e Kanca²³ introduziu a técnica de colagem úmida, a qual aumenta a força de união devido ao não colapso das fibras colágenas e ao posterior escoamento do adesivo por esta rede de fibras gerando uma camada chamada por Nakabayashi de “camada híbrida”¹⁴. Alguns cuidados perante o substrato dentinário devem ser tomados como forma como o material foi aplicado na cavidade, aplicação de um jato de ar muito leve antes da polimerização, aplicação sem agitação vigorosa do produto e principalmente, o correto controle da umidade pós condicionamento ácido²¹, que pode gerar a curto prazo uma nanoinfiltração^{23,24} e a longo tanto *in vitro*³ como *in vivo*²⁵ uma degradação da camada híbrida²⁶. Por isso a acentuada dificuldade da técnica com mais passos^{7,21}.

Os adesivos a base de acetona como solvente tem efeitos menos satisfatórios devido sua alta sensibilidade de técnica comprometendo a união adesiva a longo prazo, comparado aos a base de água ou etanol¹⁰, pois o etanol/ água relacionado com a dentina

úmida reduz a nanoinfiltração, o que reduz a degradação da camada híbrida ao longo do prazo, de acordo com estudos recentes^{27,28}. HEMA é um dos monômeros mais populares de uso generalizado na composição dos adesivos, ele é um ótimo promotor de adesão e melhora a resistência de união, mas deve-se tomar cuidado pois retarda o processo de polimerização que leva a uma degradação^{12,29}, por isso recentemente nota-se uma tendência para diminuir a quantidade de monômeros hidrofílicos a base de HEMA e substituí-lo por UDMA ou TEGDMA³⁰.

A classificação mais simplificada para adesivos hoje é com base na quantidade de passos operatórios, e os sistemas convencionais são divididos em 2 categorias:

Convencionais de três passos

Os passos de condicionamento ácido, aplicação do primer (agente promotor de união) e aplicação do adesivo (bond) todos separados³¹. São considerados até hoje “padrão ouro” e usado como grupo controle perante pesquisas laboratoriais, pois apresentam pesquisas de 10 anos e com baixa falha perante os demais.¹⁰

A tabela 1 mais abaixo resume a sequência de aplicação destes adesivos. A figura 1 exemplifica alguns dos adesivos convencionais de três passos disponíveis no mercado atualmente.



Figura 1- Adesivos Convencionais três passos: A- Optibond FL (KEER, Orange, California, EUA), B- All bond (BISCO, Richmond, British Columbia, Canadá), C- Scotchbond MP(3M ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA).

Convencionais de dois passos

Surgiram para atender a demanda por adesivos de fácil manuseio e menor tempo gasto durante o procedimento, e de fato a venda é numerosa desta categoria^{27,32}.

Nestes ainda se mantém o condicionamento ácido de forma isolada, seguido então da aplicação de uma única solução denominada primer/adesivo. Nessa versão os componentes primer hidrofílico e monômeros resinosos hidrofóbicos foram misturados em uma única solução compatível com o substrato dentinário empregando a técnica úmida. Eles são aparentemente mais simples, mas suas formulações são quimicamente mais complexas principalmente devido à incorporação de maiores quantidades de solventes e diluentes para porção mais hidrofóbica do adesivo¹¹. Em virtude destas modificações estes adesivos mais simplificados tornaram-se membranas semipermeáveis³³, deixando a camada adesiva menos estável a longo prazo^{31,34,35}. Alguns adesivos contem até 50% de solventes na sua composição³⁶ o que gera uma menor conversão de polímeros comprometendo a resistência de união^{29,37}.

Cardoso et al.³⁶ e Reis³⁰ relatam em seus estudos que quanto mais prolongado o tempo de aplicação desses adesivos simplificados, maior será a resistência de união. Na tabela 1 segue um resumo de sua aplicação.

A figura 2 abaixo mostra alguns adesivos presentes no mercado:



Figura 2- Adesivos convencionais de dois passos: A- Adper Single Bond (3M ESPE), B- Tetric N-bond (Ivoclar Vivadent, Schann, Principado de Liechtenstein), C- Prime e Bond 2.1 (Dentsply, Nova York, EUA) .

Tabela 1 – Resumo para os adesivos convencionais.

CONVENCIONAIS			
Nº DE PASSOS	SEQUENCIA DE ADESÃO		
Três	Condicionamento ácido: Esmalte: 30 segundos Dentina: 15 segundos (remoção do excesso com leve jato de ar 10 seg./bolinha de algodão)	Primer	Bond
Dois	Condicionamento ácido: Esmalte: 30 segundos Dentina: 15 segundos (remoção do excesso com leve jato de ar 10 seg./bolinha de algodão)	Primer/ Bond (único frasco) (tempo de aplicação prolongado)	

Autocondicionantes

Estes adesivos apresentam técnica mais simplificada, onde o passo de condicionamento ácido foi agregado à aplicação dos monômeros adesivos (primer) formando um primer ácido^{6,11}. Através da agregação da fase de condicionamento ácido

com o primer, a etapa de lavagem com água e secagem do substrato é eliminada³⁸, tornando bem baixa a sensibilidade à técnica¹⁰.

O primer acidificado fica a ponto de ser capaz de desmineralizar esmalte e dentina. Esta acidez é proveniente da ionização de radicais presentes na molécula do próprio monômero, tendo a água grande participação na medida em que é necessária para ionização dos monômeros ácidos desencadeando a desmineralização dos tecidos dentários³⁹. Yoshida e Munck^{31,40} relatam que os cristais residuais de hidroxiapatita na interface adesiva podem interagir quimicamente com os monômeros funcionais presentes no sistema adesivo, proporcionando melhor resistência à degradação hidrolítica ao longo do tempo.

Estes podem ser divididos de acordo com a acidez do material em: Forte ($\text{ph}<1$), intermediário forte ($\text{ph}=1,5$), leve ($\text{ph}=2$), ultra leve ($\text{ph}\geq 2,5$), onde o adesivo dissolve e modifica a camada de “*smear layer*” mais não remove a mesma e a integra na interface da zona de transição da camada híbrida. Quanto menos intenso o ph do adesivo autocondicionante, mais a *smear layer* pode interferir no desempenho da união adesiva, em geral o que melhor apresenta desempenho nesta modificação do *smear layer* e o primer ácido leve que gira com um ph em torno de 2 é o que melhor gera uma camada híbrida substancial através de uma boa interação de cristas de hidroxiapatita e a malha de fibras colágenas^{10,17,20, 40,41}.

Deve-se ressaltar que os adesivos autocondicionantes apresentam um benefício clínico muito favorável que é o baixo nível de sensibilidade pós-operatória⁴². Isso acontece devido a diferença de desmineralização entre as categorias de adesivos, pois o ácido fosfórico presente nos adesivos convencionais gera uma desmineralização mais profunda, e os monômeros ácidos presente nos adesivos autocondicionantes geram uma desmineralização não tão profunda, e que faz com que o adesivo se infiltre na mesma

profundidade em que o substrato foi desmineralizado devido a obstrução pela modificação da smear-layer^{43,44} isso ocorre porque com o aumento da profundidade da desmineralização, os monômeros ácidos são gradualmente tamponados pelo conteúdo mineral do substrato, perdendo sua capacidade para continuar condicionando a dentina^{45,46}.

Todos os adesivos autocondicionantes contem água em sua formula, além de solventes orgânicos e diluentes (monômeros de baixo peso molecular) que tornam a solução fluida o suficiente para penetrar nos tecidos dentais¹¹.

Autocondicionantes de dois passos

É composto por um primer de caráter ácido fluido que é a primeira solução a ser aplicada e responsável pela formação da camada híbrida. O segundo passo é a aplicação do adesivo que é uma resina de baixa viscosidade e hidrofóbica que não contem solventes ou água e, em alguns sistemas essa resina contem carga. Devido a estas características é que esta categoria de adesivos se nomina contendo um “primer autocondicionante”. Esta resina (do adesivo) se copolimeriza com o primer ácido e faz a ligação com o material restaurador.¹¹

Peumans *et al*⁴⁷ relata o desempenho destes adesivos autocondicionantes de dois passos após 8 anos e descreve como excelente a eficácia clinica, ressaltando que estes adesivos apresentam um ph leve, pois se verificado os mesmos adesivos com ph forte o fracasso anual aumenta significativamente, porque dissolve mais profundamente as fibras colágenas^{48,49}.

Esta categoria de adesivos, os autocondicionantes de dois passos é considerada “padrão ouro” quando comparado a outros da mesma família¹⁰.

Abaixo, na figura 3, estão algumas marcas comerciais de adesivos desta categoria.



Figura 3- Adesivos autocondicionantes de dois passos: A- Clearfil Se Bond (Kuraray, Tóquio, Japão), B- Adhese (Ivoclar).

Autocondicionantes de um passo

São atrativos em sua forma de aplicação por isso esta categoria se desenvolve a cada dia. Fundamentalmente uniram o primer ácido com a resina adesiva, numa única solução estão contidos monômeros ácidos, solventes, diluentes e água. Devido a esta presença de água na formulação a fim de deflagrar o processo de acidificação os monômeros hidrofóbicos deixaram de ser parte significativa nesses materiais. Este é aplicado diretamente sobre o substrato dental não condicionado e exerce a função de desmineralização, infiltração e posterior ligação com o material restaurador^{6,47}.

Existem duas formas básicas de condicionamento dos componentes: Em 2 frascos separados, pois alguns elementos são sensíveis a acidez e podem se alterar antes do uso, por isso eles devem ser misturados imediatamente antes da aplicação. Estes adesivos de um passo em 2 frascos são os mais encontrados na literatura científica pois estão disponíveis a mais tempo no mercado¹¹. Em 1 frasco ou mais conhecidos como *all-in-one*, onde todos os componentes vem disponíveis em um frasco, o qual se verifica apenas em literatura mais recente.

Carvalho¹¹ expõe que futuramente através das considerações presentes na literatura científica, até o devido momento, estes adesivos autocondicionantes de passo único (aplicação única) provavelmente não terão vida longa no mercado.



Figura 4- Adesivos autocondicionantes de um passo em 2 frascos: A- Xeno III (Dentsply), B- One up bond F plus (J Morita, Irvine, Califórnia, EUA), C- Futurabond (Voco, Cuxhaven, Alemanha).

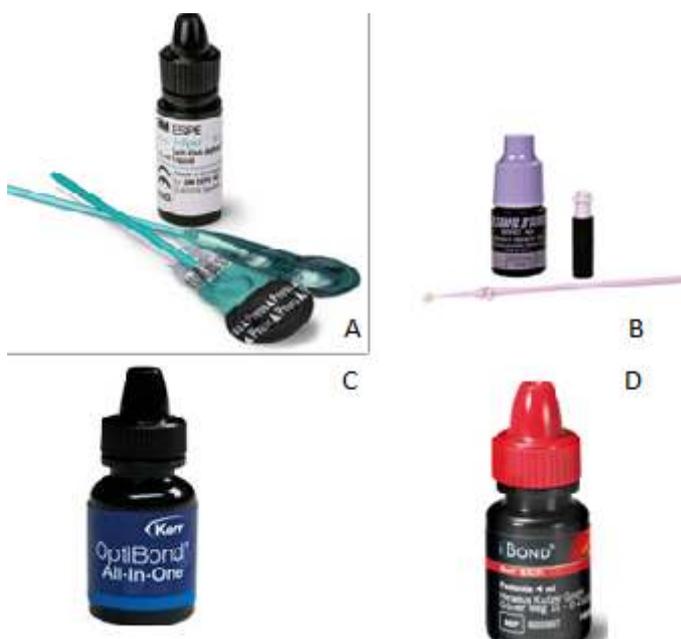


Figura 5- Adesivos autocondicionantes de um passo em 1 frasco: A- Adper Easy One (3M ESPE), B- Clearfill S3 bond (Kuraray), C- Optibond (KERR), D- I Bond (HeraeusKulzer, Frankfurt, Alemanha).

Tabela 2 - Resumo dos adesivos autocondicionantes.

AUTOCONDICIONANTES		
Nº DE PASSOS	SEQUENCIA DE ADESÃO	
Dois (2 frascos)	Condicionamento ácido/primer	Bond
Um (2 frascos)	Condicionamento ácido/primer	Bond (misturar conteúdo dos 2 frascos antes da aplicação)
Um (1 frasco)	Condicionamento ácido/primer/ Bond (all-in-one)	

DISCUSSÃO

As tendências perante uma das maiores dúvidas dos profissionais é em qual adesivo escolher na prática clínica, deve-se selecionar o adesivo de acordo com uma inter-relação entre custo, finalidade, credibilidade, preferência pessoal (sensibilidade do operador a técnica). Tudo isso deve ser fundamentado em evidências científicas. Mas a tendência pela escolha por técnicas mais simples é alta, todavia as pesquisas laboratoriais e clínicas ainda indicam os adesivos convencionais de três passos como os com desempenho mais favoráveis a longo prazo. Resumidamente pode-se dizer que no quesito resistência de união os adesivos convencionais de três e dois passos tem melhor desempenho seguido do autocondicionante de dois passos. Em relação a infiltração marginal tiveram melhor atuação os adesivos convencionais de três passos acompanhado pelos autocondicionantes de dois passos. E referente a aspectos clínicos novamente se sobressaem os adesivos convencionais de três passos seguido pelo autocondicionante de dois passos^{11,47}.

Referente à aplicabilidade clínica dos adesivos convencionais de três e dois passos, vale ressaltar que o ponto chave é o controle da umidade que se faz necessário dependo da composição do adesivo aplicado, os que contem uma quantidade mais significativa de água

a dentina deve ser mantida ligeiramente seca sem que se perceba a presença de uma lâmina de água sobre a superfície ficando esta sem brilho; os adesivos que não contêm água significativa em sua composição, a dentina deve ser deixada com uma lâmina de água visivelmente úmida deixando a superfície com brilho. Ressaltando que o excesso de umidade ainda é mais prejudicial para a adesão do que a falta de umidade, e que os adesivos com maior quantidade de água são menos sensíveis ao descontrole de umidade¹¹. Os adesivos que contêm água significativa devem ser aplicados de forma ativa para facilitar a evaporação da água. Já os adesivos que não contêm água e somente solventes como álcool e acetona não devem ser aplicados de forma ativa, pois se feito isso o adesivo evapora precocemente. Estes adesivos devem ser secos por no mínimo 30 segundos com leve jato de ar não diretamente sobre a superfície, há uma distância de 10 a 20 cm, para que os agentes voláteis e a água evapore e permita correta polimerização do adesivo⁵⁰.

Os pontos mais importantes em pesquisas futuras são: Um controle de umidade dentinária após condicionamento ácido que não dependa exclusivamente da sensibilidade da técnica do profissional em adesivos convencionais de três passos melhorando assim uma desvantagem desta classe de adesivos, disponíveis no mercado, que a sua durabilidade devido a técnica complicada. E reduzir o potencial de degradação ao longo do tempo dos adesivos convencionais de dois passos e autocondicionantes de um passo dando atenção nas pesquisas nas características hidrofílicas¹¹.

Outra tendência que deve ser seguida é a padronização de protocolos disponíveis para avaliação de adesivos, pois não consegue-se fazer uma comparação direta de valores entre institutos de pesquisa diferentes^{2,51}. Nem todos os protocolos de testes são validados, análises críticas de métodos de ensaio *in vitro* muitas vezes tem pouca correlação com os

dados clínicos. Conclui-se que faltam estudos de relatos clínicos desde a fase inicial da adesão à longo prazo⁵¹.

CONCLUSÃO

- Excepcionalmente as tendências atuais do mercado são por novos sistemas adesivos com técnicas mais simplificadas e rápidas na clínica diária, mas para que isso seja possível modificações complexas na produção dos adesivos mais simplificados se fazem necessárias.
- Conclui-se também que atualmente é indispensável o uso, na clínica diária, de pelo menos um sistema adesivo convencional e um autocondicionante.

Adhesives systems - Literature review.

For over 50 years research is being done to develop reliable dental adhesives in enamel as well, especially in dentin. And now the search is for a dental adhesive functional, durable and aesthetically perceptible. Due to the difference between the physical structure of enamel and dentin, mainly to the difficulty in finding a stable in dentin. Several classifications of adhesive systems were created, but simplified is easier to divide them into two families: etch and rinse adhesives, which employ as a first step the etching of the substrate with phosphoric acid for a subsequent adhesion. In this family the adhesives are 3 steps and 2 steps. Now the family of self etch adhesives, acid etching was incorporated into the primer, and are available in 2 and 1 steps. The proposition of this review is to explain simply and briefly the professional on the classification, characteristics, action and use of adhesives on hand at the market today. To highlight the best adhesives and market trends several scientific researches served as basis for discussion, and led it to conclude that the

trend is for a simplified application of adhesives and exhibit good bond strength to the substrate, which today are the etch and rinse 3 steps adhesives and self etch 2 steps adhesives, and at least one etch and rinse adhesive and self etch adhesive are essential for use in daily practice.

Descriptors: Dentin-bonding Agents, Review, Dentin.

REFERÊNCIAS

1. Buonocore MG. A Simple method of increasing the adhesivon of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.
2. Heintze SD, Zimmerli B. Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials. A review in 3 parts. Part 3: in vitro tests of adhesive systems. *Schw Monats Zahn.*2011;121(11):1024-40.
3. Aguiar M, Francescantonio MD, Ambrosano G, Giannini M. Enamel and dentin bond strength evaluation of new adhesive systems. *Rev Bras Odontol.*2008;65(2):177-80.
4. Andrade OS, Kina S, Hirata R. Sistemas Adesivos: Aplicações Clínicas e Conceitos Atuais. In: Luciano Lauria Dib; Mario Sérgio Saddy. (Org). *Atualização Clínica em Odontologia.* São Paulo: Artes Médicas, 2006;1:341-56.
5. Conceição EN. *Dentística: saúde e estética.* 2 ed. Porto Alegre: Artmed; 2007. Sistemas adesivos; p. 130-45.
6. Van Dijken JW, Sunnegardh-Gronberg K, Lindberg A. Clinical long-term retention of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems in non-carious cervical lesions. A 13 years evaluation. *Dent Mater.* 2007;23:1101-7.
7. Loguercio AD, Bittencourt DD, Reis A. Use of etch-and-rinse versus self-etch one-step adhesives in restorations of non-carious cervical lesions: a 48-month case follow-up. *Cli Int J Braz Dent.*2007;3(3):264-73.
8. Loguercio AD, Reis A. The last Word on dentin bonding.*Clin Int J Braz Dent.* 2005;1(4):367-73.
9. Güther NS, Maia R, Panzeri FdeC, Pardini LC. A resistência adesiva ao esmalte e dentina: sistemas adesivos tota-etch e sefl-etch – estágio atual. *JBD J Bras Dent Estéticos.* 2006 5(17):87-91.

10. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Review Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.* 2011;26:100–21.
11. Carvalho RM, Carrilho MR de O, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquesini Junior L, Silva SM de A, et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Biodonto.* 2004;2(1):8-75.
12. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture: adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003;28:215–35.
13. Gwinnett AJ, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Oral Biol.* 1967;12:1615-20.
14. Nakabayashi N, Kojima K., Masuhara E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982;16(3):265-73.
15. Hirata, R. *Tips: Dicas em Odontologia estética.* São Paulo: Arte Médicas, 2011.p.103-97.
16. Borges MAP, Matos IC, Dias KRHC. Influence of two self-etching primer systems on enamel adhesion. *Braz Dent J.* 2007;18(2):113-8.
17. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Van Landuyt K, Perdigão J, De Munck J, Lambrechts P, et al. In: Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, editors. *Fundamentals of operative dentistry. A contemporary approach.* 3rd ed. Chicago: Quintessence Publishing. 2006.p.183-260.
18. Perdigão J, Ritter AV. Adesão dos tecidos dentários. In: Baratieri, LN. *Odontologia restauradora: Fundamentos e possibilidades.* São Paulo: Santos; 2001.p.83-7.
19. Matos AB, Saraceni CHC, Jacobs MM, Oda M. Study of the tensile Bond strength of three different adhesives systems associated to composites on dentinal surfaces. *Pesqui Odonto Bras.* 2001;15(2):161-5.
20. Perdigão J, Lopes MM, Gomes G. In vitro bonding performance of self-etch adhesives. II. Ultramorphological evaluation. *Oper Dent* 2008;33:534–49.

21. Reis A, Cardoso P, Vieira LC, Baratieri LN, Granded RH, Loguergio A. Effect of prolonged application times on the durability of resin–dentin bon. *Dent Mater.* 2008;2:4639–44.
22. Kanca J. Improved bond strength through acid-etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J Am Dent Assoc.*1992;123:35–43
23. Pashley DH, Horner JA, Brewer PO. Interactions of conditioners on the dentin surfaces. *Oper Dent* 1992;17(Suppl 5):127–50
24. Cadenaro M, Breschi L, Rueggeberg FA, Suchko M, Grodin E, Agee KA, Di Lenarda R, Tay FR, Pashley DH. Effects of residual ethanol on the rate and degree of conversion of five experimental resins. *Dent Mater* 2009;25(5):621-8.
25. Carvalho MRO, Geraldeli S, Tay FR, de Goes MF, Carvalho RM, Tjäderhane L, Reis AF, Hebling J, Mazzoni A, Breschi L, Pashley DH. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *J Dent Res.* 2007;86:529–33.
26. David HP, Franklin RT, Lorenzo B, Leo T, Ricardo M. Carvalho F, Marcela Carrilho H, Arzu TM. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.* 2011;27:1–16.
27. Sauro S, Watson TF, Mannocci F, Tay FR, Pashley DH. Two-photon laser confocal microscopy study of resin–dentin interfaces created with water or ethanol wet-bonding technique: qualitative and quantitative micropermeability assessment. *J Biomed Mater Res: Part B Appl Biomater.* 2009;90B:327–37.
28. Sadek FT, Castillan CS, Braga RR, Mai S, Tjäderhane L, Pashley DH, Tay FR. One-year stability of resin–dentin bonds created with a hydrophobic ethanol-wet bonding technique. *Dent Mater.* 2010;26:380–6.
29. Souza MH, Carneiro K, Lobato M, Souza P, Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J Appl Oral Sci.*2010;18(3):207-
30. Reis AF, Oliveira MT, Giannini M. De Goes MF, Rueggeberg FA. The effect of organic solvents on onebottle adhesives’ bond strength to enamel and dentin. *Oper. Dent.*2003;28(6):700-6.
31. De Munck J, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005;84:118–32.
32. Wilder Jr AD, Swift Jr EJ, May Jr KN, Waddell SL. Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. *Am J Dent.* 1998;11:114–7.

33. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, et al. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. *J Dent.* 2004;32:611–21.
34. Reis A, Loguercio AD, Carvalho RM, Grande RH. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dent Mater.* 2004;20:669–76.
35. Frankenberger R, Strobel WO, Lohbauer U, Kramer N, Petschelt A. The effect of six years of water storage on resin composite bonding to human dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2004;69:25–32.
36. Cardoso Pde C, Loguercio AD, Vieira LC, Baratieri LN, Reis A. Effect of prolonged application times on resin–dentin bond strengths. *J Adhes Dent* 2005;7:143–9.
37. Ye Q, Spencer P, Wang Y, Misra A. Relationship of solvent to the photopolymerization process, properties, and structure in model dentin adhesives. *J Biomed Mater Res.* 2007;80:342–50.
38. Proença JP, Polido M, Osorio E, Erhardt MC, Aguilera FS, García-Godoy F, et al. Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater.* 2007;23(12):1542–8.
39. Perdigão J, Fundingsland JW, Duarte JR, Lopes M. Microtensile adhesion of sealants to intact enamel. *Int J Paediatric Dent.* 2005;15:342–8.
40. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res.* 2004;83:454–8
41. Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Van Landuyt KL, Poitevin A, et al. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dent Mater.* 2008;24:978–85.
42. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am* 2007;51:333–57.
43. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011;27:17–28.

44. Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials*. 2005;26:1035-42.
45. Salz U, Mucke A, Zimmermann J, Tay FR, Pashley DH. pKa value and buffering capacity of acidic monomers commonly used in self-etching primers. *J Adhes Dent*. 2006;8:143-50.
46. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent*. 2003;16:340-6.
47. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater*. 2010 Dec;26(12):1176-84. Epub 2010 Oct 13.
48. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent*. 2007;9:7-10.
49. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005;21:864-81.
50. Armstrong SR, Vargas MA, Chung I, Pashley DH, Campbell JA, Laffoon JE, Qian F. Resin-dentin interfacial and micortensile bond strength after five-year water storage. *Oper Dent*. 2004;29:705-12.
51. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater*. 2010;26:78-93.

5. Referências

1. Aguiar M, Francescantonio MD, Ambrosano G, Giannini M. Enamel and dentin Bond strength evaluation of new adhesive systems. *Rev Bras Odontol.* 2008;65(2): 177-80.
2. Andrade OS, Kina S, Hirata R. Sistemas Adesivos: Aplicações Clínicas e Conceitos Atuais. In: Lauria Dib L; Saddy M S. (Org). *Atualização Clínica em Odontologia.* v. 1 .São Paulo: Artes Médicas, 2006.p.341-356.
3. Armstrong SR, Vargas MA, Chung I, Pashley DH, Campbell JA, Laffoon JE, Qian F. Resin–dentin interfacial and micortensile bond strength after five-year water storage. *Oper Dent.* 2004;29(6):705–12.
4. Borges MA, Matos IC, Dias KR. Influence of two self-etching primer systems on enamel adhesion. *Braz Dent J.* 2007;18(2):113-8.
5. Buonocore MG. A Simple method of increasing the adhesivon of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34(6):849-53.
6. Cadenaro M, Breschi L, Rueggeberg FA, Suchko M, Grodin E, Agee K, et al. Effects of residual ethanol on the rate and degree of conversion of five experimental resins. *Dent Mater* 2009;25(5):621-8.
7. Cardoso P de C, Loguercio AD, Vieira LC, Baratieri LN, Reis A. Effect of prolonged application times on resin–dentin bond strengths. *J Adhes Dent* 2005;7(2):143–9.
8. Carrilho MR, Geraldeli S, Tay F, de Goes MF, Carvalho RM, Tjäderhane L, et al. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *J Dent Res.* 2007;86(6):529–33.
9. Carvalho RM, Carrilho MR de O, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquesini Junior L, Silva SM de A e, et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Biodonto.* 2004;2(1):8-75.
10. Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials.* 2005;26(9):1035–42.
11. Carvalho RM, Tay FR, Giannini M, Pashley DH. Effects of preand post-bonding hydration on bond strength to dentin. *J Adhes Dent.* 2004;6(1):13–7.
12. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent.* 2003;16(5):340–6.

13. Conceição EN. Dentística: saúde e estética. 2 ed. Porto Alegre: Artmed; 2007. Sistemas adesivos; p.130-45.
14. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjaderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental Mater.* 2011;27 (1):1–16.
15. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005;84 (2):118–32.
16. Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Van Landuyt KL, Poitevin A, et al. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dent Mater.* 2008;24(7):978–85.
17. Frankenberger R, Strobel WO, Lohbauer U, Kramer N, Petschelt A. The effect of six years of water storage on resin composite bonding to human dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2004;15;69(1):25–32.
18. Fusayama T. *New Concepts in Operative Dentistry.* Tokyo: Quintessence Publishing Co.,1980.p.61–56.
19. Güther NS, Maia R, Panzeri FdeC, Pardini LC. A resistência adesiva ao esmalte e dentina: sistemas adesivos tota-etch e self-etch – estágio atual. *JBD J Bras Dent Estéticos* 2006;5(17):87-91.
20. Gwinnett AJ, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Oral Biol.* 1967;12 (12):1615-20.
21. Heintze SD, Zimmerli B. Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials. A review in 3 parts. Part 3: in vitro tests of adhesive systems. *Schwiz Monatsschr Zahnmed.*2011;121(11):1024-40.
22. Hirata R. *Tips: Dicas em Odontologia estética.* São Paulo: Arte Médicas, 2011.
23. Kanca J 3rd. Improved bond strength through acid-etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J Am Dent Assoc.* 1992;123 (9):35–43.
24. Krithikadatta, J. Eficácia clínica de agentes de colagem contemporânea dentina. *J Dent Conserv.* 2010;13(4):173-83.
25. Loguercio AD, Bittencourt DD, Reis A. Use of etch-and-rinse versus self-etch one-step adhesives in restorations of non-carious cervical lesions: a 48-month case follow-up. *Clin- Int J Braz Dent.* 2007;3(3):264-73.
26. Loguercio AD, Reis A, The last Word on dentin bonding. *Clin- Inter J Braz Dent.* 2005;1(4):367-73.

27. Magne P, Douglas WH. Porcelain Veneers: Dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *Int J Prosthodont* 1999;12 (2):111-21.
28. Matos AB, Saraceni CH, Jacobs MM, Oda M. Study of the tensile Bond strenght of three different adhesives systems associated to composites on dentinal surfaces. *Pesqui Odontol Bras*. 2001;15(2):161-5.
29. Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW Jr, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair SM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. *J Am Dent Assoc* 1998;129:(1)55–66.
30. Moura SK, Santos JF, Ballester RY. Morphological characterization tooth/adhesive interface. *Braz Dent J*. 2006;17(3):179-85.
31. Nakabayashi N, Kojima K., Masuhara E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982;16(3):265-73.
32. Pashley DH. The effects of acid-etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent*. 1992;17 (6):229–42.
33. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int*. 1993;24:618–31.
34. Pashley DH, Horner JA, Brewer PD. Interactions of conditioners on the dentin surfaces. *Oper Dent*. 1992;17(Suppl 5):127–50.
35. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am* 2007;51 (2):333–57.
36. Perdigão J, Fundingsland JW, Duarte S Jr, Lopes M. Microtensile adhesion of sealants to intact enamel. *Int. J Paediatr Dent*. 2005;15 (5):342-8.
37. Perdigão J, Lopes MM, Gomes G. In vitro bonding performance of self-etch adhesives: II - Ultramorphological evaluation. *Oper Dent* 2008;33 (5):534–49
38. Perdigão J, Ritter AV. Adesão dos tecidos dentários. In: Baratieri, LN. *Odontologia restauradora: Fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Santos; 2001.p.83-7.
39. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005;21(9):864–81.
40. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent*. 2007;9 (1):7–10.
41. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and

- without selective enamel etching. *Dent Mater.* 2010;26(12):1176-84. Epub 2010 Oct 13.
42. Proença JP, Polido M, Osorio E, Erhardt MC, Aguilera FS, García-Godoy F, et al. Dentin regional bond strength of selfetch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater.* 2007;23(12):1542-8.
 43. Reis AF, Oliveira MT, Giannini M, De Goes MF, Rueggeberg FA.. The effect of organic solvents on onebottle adhesives' bond strength to enamel and dentin. *Oper Dent.* 2003;28(6):700-6.
 44. Reis A, de Carvalho Cardoso P, Vieira LC, Baratieri LN, Granded RH, Loguergio AD. Effect of prolonged application times on the durability of resin–dentin bonds. *Dent Mater.* 2008;24 (5):639–44.
 45. Reis A, Loguercio AD, Carvalho RM, Grande RH. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dent Mater.* 2004;20 (7):669–76.
 46. Sadek FT, Castillan CS, Braga RR, Mai S, Tjäderhane L, Pashley DH, et al. One-year stability of resin–dentin bonds created with a hydrophobic ethanol-wet bonding technique. *Dent Mater.* 2010;26 (4):380–6.
 47. Sadek FT, Goracci C, Cardoso PE, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength of current dentin adhesives measured immediately and 24 hours after application. *J Adhes Dent.* 2005;7 (4):297–302.
 48. Salz U, Mucke A, Zimmermann J, Tay FR, Pashley DH. pKa value and buffering capacity of acidic monomers commonly used in self-etching primers. *J Adhes Dent.* 2006;8 (3):143–50.
 49. Sauro S, Watson TF, Mannocci F, Tay FR, Pashley DH. Two-photon laser confocal microscopy study of resin–dentin interfaces created with water or ethanol wet-bonding technique: qualitative and quantitative micropermeability assessment. *J Biomed Mater Res: Part B. Appl Biomater.* 2009;90B:327–37.
 50. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater.* 2010;26:78–93.
 51. Silva e Souza M.H Jr, Carneiro KG, Lobato MF, Silva e Souza P de A, de Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J Appl Oral Sci.* 2010;18(3):207-14.
 52. Sundfeld RH, Valentino TA, de Alexandre RS, Briso AL, Sundfeld ML. Hybrid layer thickness and resin tag of a self-etching adhesive bonded to sound dentin. *J Dent.* 2005;33 (8):675-81.

53. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, et al. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. *J Dent*. 2004;32 (8):611–21.
54. Tay FR, Pashley DH, Yiu C, Cheong C, Hashimoto M, Itou K, et al. Nanoleakage types and potential implications: evidence from unfilled and filled adhesive with the same resin composition. *Am J Dent*. 2004;17(3):182-90.
55. Travassos AC, Torres CRG, Pucci CR, Yamamura AL, Lia MS, Balsamo M. Avaliação da resistência adesiva ao esmalte de sistemas autocondicionantes de 6ª e 7ª gerações. *Dent Sci*. 2008;2(5):11-7.
56. Van Dijken JW, Sunnegardh-Gronberg K, Lindberg A. Clinical long-term retention of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems in non-carious cervical lesions. A 13 years evaluation. *Dent Mater*. 2007;23 (9):1101–7.
57. Van Landuyt KL, Mine A, De Munck J, Jaecques S, Peumans M, Lambrechts P, et al. Are one-step adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. *J Adhes Dent*. 2009;11(3):175–90.
58. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture: adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28 (3):215–35.
59. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, J, De Munck J. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*. 2010;26 (2):100–21.
60. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Van Landuyt K, Perdigão J, De Munck J, Lambrechts P, et al. In: Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, editors. *Fundamentals of operative dentistry. A contemporary approach*. 3rd ed. Chicago: Quintessence Publishing. 2006.p.183-260.
61. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2011;27 (1):17–28.
62. Wilder AD Jr, Swift EJ Jr, May KN Jr, Waddell SL. Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. *Am J Dent*. 1998;11(3):114–7.
63. Ye Q, Spencer P, Wang Y, Misra A. Relationship of solvent to the photopolymerization process, properties, and structure in model dentin adhesives. *J Biomed Mater Res A*. 2007;80 (2):342–50.
64. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*. 2004;83 (6):454–8

65. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial–hard tissue interfaces. *J Dent Res*. 2000;79 (2):709–14.

6. Anexo

Normas para publicação: Revista Dental Press de Estética.

<http://www.dentalpress.com.br/revista/pdf/normasestetica.pdf>